

**ROLLING BEARING**

Patent Number: JP2003028174  
Publication date: 2003-01-29  
Inventor(s): MIYAJIMA HIROTOSHI; NAWAMOTO HIROTSUNA  
Applicant(s): NSK LTD  
Requested Patent: JP2003028174  
Application Number: JP20010218263 20010718  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F16C33/66; B23Q11/12; C10M125/02; F16C19/02  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a rolling bearing capable of sufficiently coping with the high-speed operation, miniaturizing a machine tool and reducing the operation cost.

**SOLUTION:** This rolling bearing 10 is formed by holding several ceramic rolling bodies 13 with a holder 14 freely to roll between an inner ring 12 and an outer ring 11, and filling the grease containing the fine particles of pure diamond, diamond-like carbon and amorphous carbon.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Bibliographic Fields

## Document Identity

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2003-28174(P2003-28174A)

(43)【公開日】

平成15年1月29日(2003. 1. 29)

## Public Availability

(43)【公開日】

平成15年1月29日(2003. 1. 29)

## Technical

(54)【発明の名称】

転がり軸受

(51)【国際特許分類第7版】

F16C 33/66 ZAB

B23Q 11/12

C10M125/02

F16C 19/02

// C10N 20:06

30:00

40:02

50:10

【FI】

F16C 33/66 ZAB A

B23Q 11/12 E

C10M125/02

F16C 19/02

C10N 20:06 Z

30:00 Z

40:02

50:10

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2003 - 28174 (P2003 - 28174A)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 15 year January 29 day (2003.1 . 29)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 15 year January 29 day (2003.1 . 29)

(54) [Title of Invention]

ROLLER BEARING

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

F16C 33/66 ZAB

B23Q 11/12

C10M125/02

F16C 19/02

//C10N 20:06

30: 00

40: 02

50: 10

[FI]

F16C 33/66 ZABA

B23Q 11/12 E

C10M125/02

F16C 19/02

C10N 20:06 Z

30: 00 Z

40: 02

50: 10

## 【請求項の数】

3

## 【出願形態】

OL

## 【全頁数】

6

## 【テーマコード(参考)】

3C0113J1014H104

## 【Fターム(参考)】

3C011 FF06 3J101 AA01 AA32 AA52 AA62  
EA64 FA06 FA32 FA48 FA53 GA31 4H104  
AA04C AA22B AA24B BB17B BE13B BE16B  
DA02A EA08C EB02 FA01 FA02 FA03 LA20  
PA01 QA18

## Filing

## 【審査請求】

未請求

## (21)【出願番号】

特願2001-218263(P2001-218263)

## (22)【出願日】

平成13年7月18日(2001. 7. 18)

## Parties

## Applicants

## (71)【出願人】

## 【識別番号】

000004204

## 【氏名又は名称】

日本精工株式会社

## 【住所又は居所】

東京都品川区大崎1丁目6番3号

## Inventors

## (72)【発明者】

## 【氏名】

宮島 裕俊

## 【住所又は居所】

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日  
本精工株式会社内

## [Number of Claims]

3

## [Form of Application]

OL

## [Number of Pages in Document]

6

## [Theme Code (For Reference)]

3 C0113J1014H104

## [F Term (For Reference)]

3 C011 FF06 3J101 AA01 AA32 AA52 AA62 EA64 FA06  
FA32 FA48 FA53 GA31 4H104 AA04C AA22 BA A24B  
BB17B BE13B BE16B DA02A EA08C EB02 FA01 FA02  
FA03 LA20 PA01 QA18

## [Request for Examination]

Unrequested

## (21) [Application Number]

Japan Patent Application 2001 - 218263 (P2001 - 218263 )

## (22) [Application Date]

Heisei 13 year July 18 day (2001.7 . 18)

## (71) [Applicant]

## [Identification Number]

000004204

## [Name]

NSK LTD. (DN 69-053-5059 )

## [Address]

Tokyo Prefecture Shinagawa-ku Osaki 1-6-3

## (72) [Inventor]

## [Name]

Miyajima Hirotooshi

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Fujisawa City Kugenuma  
Shinmei 1-5-50 NSK Ltd. (DN 69-053-5059 )

## (72)【発明者】

## 【氏名】

縄本 大綱

## 【住所又は居所】

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

## Agents

## (74)【代理人】

## 【識別番号】

100105647

## 【弁理士】

## 【氏名又は名称】

小栗 昌平（外4名）

## Abstract

## (57)【要約】

## 【課題】

高速回転に充分に対応でき、工作機械のコンパクト化や運転経費の削減を可能にする転がり軸受を提供する。

## 【解決手段】

内輪 12 と外輪 11 との間に、複数のセラミック回転体 13 を保持器 14 により回転自在に保持してなり、かつピュアダイヤモンドと、ダイヤモンドライクカーボンと、アモルファスカーボンとを含む微粒子を含有するグリースを封入したことを特徴とする転がり軸受 10。

## (72) [Inventor]

## [Name]

Rope book large rope

## [Address]

Inside of Kanagawa Prefecture Fujisawa City Kugenuma  
Shinmei 1-5-50 NSK Ltd. (DN 69-053-5059 )

## (74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

## [Identification Number]

100105647

## [Patent Attorney]

## [Name]

Oguri Shohei (Outside 4 persons )

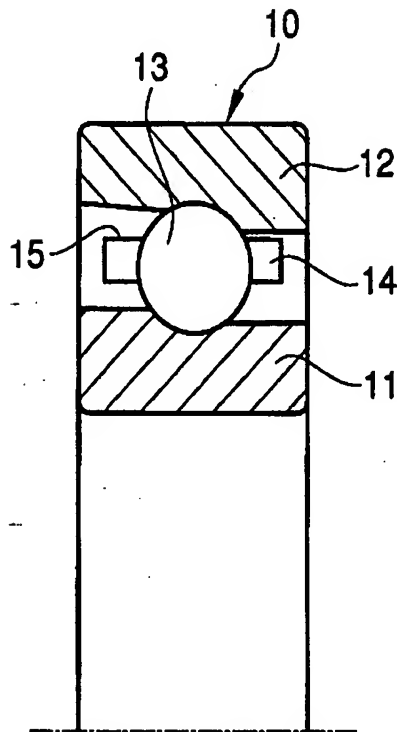
## (57) [Abstract]

## [Problems to be Solved by the Invention]

Be able to correspond to satisfactory in high speed rotation, compaction of the machinery and roller bearing which makes reduction of operating expense possible are offered.

## [Means to Solve the Problems]

Between inner ring 12 and outer ring 11 , rotation keeping ceramic rotating body 13 of the plural unrestrictedly with retainer 14 , it became, it enclosed grease which contains fine particle which at same time includes pure diamond and diamond-like carbon and amorphous carbon roller bearing 10. which is made feature



### Claims

#### 【特許請求の範囲】

##### 【請求項 1】

内輪と外輪との間に、複数の転動体を保持器により転動自在に保持してなり、かつピュアダイヤモンドと、ダイヤモンドライクカーボンと、アモルファスカーボンとを含む微粒子を含有するグリースを封入したことを特徴とする転がり軸受。

##### 【請求項 2】

前記微粒子の含有量が、グリース全量の2~7質量%であることを特徴とする請求項 1 記載の転がり軸受。

##### 【請求項 3】

前記微粒子の平均粒径が、40nm 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の転がり軸受。

### Specification

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は転がり軸受に関し、より詳細には、例えば旋盤、ボール盤、中ぐり盤、フライス盤、研

#### [Claim(s)]

##### [Claim 1]

Between inner ring and outer ring , rotation keeping rotating body of the plural unrestrictedly with retainer , it became, it enclosed grease which contains fine particle which at same time includes pure diamond and diamond-like carbon and amorphous carbon roller bearing. which is made feature

##### [Claim 2]

Content of aforementioned fine particle, is 2 - 7 mass% of grease total amount and roller bearing. which is stated in Claim 1 which is made feature

##### [Claim 3]

average particle diameter of aforementioned fine particle, is 40 nm or less and roller bearing. which is stated in Claim 1 or 2 which is made feature

#### [Description of the Invention]

##### [0001]

#### [Technological Field of Invention]

this invention regards roller bearing , compared to in detail, it is represented with for example lathe, drill press, boring

削盤、ホーニング盤、超仕上盤、ラップ盤等で代表される、高速で摺動、回転する工作機械の主軸支持部等に好適に組み込まれる転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】

上記に挙げたような工作機械のスピンドルには、主軸支持用に通常転がり軸受が組み込まれており、一般にアンギュラ玉軸受や円筒ころ軸受等が組み合わされて使用されている。

工作機械の加工精度や生産性は主軸の回転速度に依存するところが大きく、生産性を高めるためには主軸の回転速度の高速化を図らなければならない。

しかし、転がり軸受を高速回転下で使用すると、軸受の発熱が顕著化したり、遠心力により転動体と内外輪との間の接触面圧が増大するため、スピンドルの使用条件は著しく悪化し、結果として、摩耗や焼付き等に代表される軸受損傷の危険性が高まる。

また、高速回転により発熱も大きくなることから、工作機械の熱変形が起こる危険性もあり、加工精度への影響もある。

【0003】

このような軸受システムに致命的な事態を発生させないため、また工作機械全体の熱変形による加工精度の低下を避けるためにも、高速回転下においては適切な潤滑方式を選択して主軸支持用転がり軸受における発熱を極力抑えなければならない。

従来では、高速回転する工作機械の主軸支持用転がり軸受の潤滑には、潤滑油供給に伴う冷却効果が得られることから、オイルエア潤滑法、ノズルジェット潤滑法、アンダーレース潤滑法が採用されている。

しかし、これらの潤滑方式では、潤滑油供給装置の導入が不可欠であるため、必然的にそのための設置面積が確保されなければならない、工作機械全体のコンパクト化を妨げてしまう。

また、これらの潤滑方式では、潤滑油を継続的に消費し、しかも潤滑油供給装置の運転経費も必要であるため、工作機械全体としての運転経費が大きくなる。

運転経費の削減のために種々の対策が講じられているが、ほぼ限界に達している状況にあ

board, milling machine, grinder, honing board and super SI top plate, lapper etc, rubbing, it regards roller bearing which is installed in ideal in the primary axis support section etc of machinery which turns with high speed.

【0002】

[Prior Art]

roller bearing is usually installed by primary axis supporting in spindle of kind of machinery which is listed on description above, ane ギユラ ball bearing and cylindrical pipe time bearing etc are combined generally and are used.

In order as for fabrication precision and productivity of machinery place where it depends on rotational speed of primary axis is large, to raise productivity the acceleration of rotational speed of primary axis must be assured.

But, when roller bearing is used under high speed rotation, heat emission of bearing converts remarkably, contact surface pressure between rotating body and inside and outside wheel increases because with centrifugal force, use condition of spindle deteriorates considerably, risk of bearing damage which is represented in wear or seizing etc as result, increases.

In addition, from fact that also heat emission becomes large depending upon high speed rotation, there is also a risk where heat deformation of machinery happens, there is also influence to fabrication precision.

【0003】

Because fatal situation is not generated in this kind of bearing system, even in order in addition to avoid decrease of fabrication precision with heat deformation of machinery entirety, selecting appropriate lubrication system in under high speed rotation, the to the utmost you must hold down heat emission in primary axis supporting roller bearing.

From fact that cooling effect which accompanies lubricating oil supply is acquired, oil air lubrication method, nozzle jet lubrication method and under race lubrication method are adopted for lubrication of primary axis supporting roller bearing of machinery which until recently, high speed rotation is done.

But, with these lubrication system, because introduction of lubricating oil supply apparatus is essential, loaded surface area for that must be guaranteed inevitably, compaction of the machinery entirety is obstructed.

In addition, with these lubrication system, lubricating oil is consumed in continual, furthermore because also operating expense of lubricating oil supply apparatus is necessary, the operating expense as machinery entirety becomes large.

various countermeasure is devised for reducing operating expense, but there is a condition which has almost reached to

る。

【0004】

軸受の潤滑方式としてグリースを封入する方式も一般的であるが、グリースの剪断に起因する軸受発熱が大きく、上記オイルエア潤滑法等に比べて軸受耐久性に対する信頼性も低いことから、高速回転を伴う工作機械の主軸支持用転がり軸受には本質的に不向きな潤滑方式である。

しかしながら、グリース潤滑が実現できれば、潤滑油を継続供給する上記各潤滑方式では対応できない工作機械のコンパクト化や運転経費の削減等のメリットを享受することができる。

また、グリース潤滑は、オイルエア潤滑方式等と異なり、多量に潤滑油を消費しないため、環境保全に寄与するという利点も有する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、例えば  $dmn100$  万以上という高速回転に充分に対応でき、工作機械のコンパクト化や運転経費の削減を可能にする転がり軸受を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る上記目的は、内輪と外輪との間に、複数の転動体を保持器により転動自在に保持してなり、かつピュアダイヤモンドと、ダイヤモンドライクカーボンと、アモルファスカーボンとを含む微粒子を含有するグリースを封入したことを特徴とする転がり軸受により達成される。

【0007】

特に、前記微粒子の含有量をグリース全量の 2~7 質量%とすること、並びに前記微粒子の平均粒径を 40nm 以下とすることが好ましい。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に関して詳細に説明する。

【0009】

limit.

【0004】

system which encloses grease as lubrication system of bearing and is general, but bearing heat emission which originates in shear of grease to be large, from fact that in comparison with above-mentioned oil air lubrication method etc reliability for bearing durability is low, it is a lubrication system of unsuitability essentially in primary axis supporting roller bearing of machinery which accompanies high speed rotation.

But, if it can actualize, with above-mentioned each lubrication system which it continues supplies lubricating oil compaction of machinery which it cannot correspond grease lubrication and reduction or other merit of operating expense can be enjoyed.

In addition, grease lubrication because lubricating oil is not consumed in large amount unlike oil air lubrication system etc, has also benefit that contributes to the environmental protection.

【0005】

[Problems to be Solved by the Invention]

As for this invention considering to this kind of condition, being something which it is possible, be able to correspond to satisfactory in high speed rotation, for example  $dmn1000,000$  or greater, it offers compaction of machinery and roller bearing which makes the reduction of operating expense possible it makes objective.

【0006】

[Means to Solve the Problems]

Above-mentioned objective which relates to this invention becomes, between inner ring and outer ring, rotation keeping rotating body of plural unrestrictedly with retainer, is achieved grease which contains fine particle which at same time includes pure diamond and diamond-like carbon and amorphous carbon was enclosed by roller bearing which is made feature.

【0007】

Especially, content of aforementioned fine particle is designated as 2 - 7 mass% of grease total amount, and average particle diameter of aforementioned fine particle is designated as 40 nm or less, it is desirable.

【0008】

[Embodiment of the Invention]

You explain in detail below, in regard to this invention.

【0009】

本発明の転がり軸受は、構造的には特に制限されるものではなく、例えば図 1 に示されるアンギュラ玉軸受 10 を例示することができる。

図示されるアンギュラ玉軸受 10 は、外輪 11 と内輪 12 との間に、複数の玉 13 を保持器 14 により転動自在に保持して構成される。

また、玉 13 は、窒化珪素や炭化珪素等のセラミック製とすることもできる。

#### 【0010】

本発明においては、外輪 11、内輪 12 及び玉 13 で形成される軸受空間には、下記に示す特定のグリースが封入される。

#### 【0011】

封入グリースにおいて、基油および増ちょう剤は特に制限されるものではない。

基油としては、例えば鉱油系や合成油系の各潤滑油等が挙げられる。

鉱油系潤滑油としては、鉱油を減圧蒸留、油剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、硫酸洗浄、白土精製、水素化精製等を、適宜組み合わせ精製したものを用いることができる。

前記合成油系潤滑基油としては、炭化水素系油、芳香族基油、エステル系油、エーテル系油等が挙げられる。

前記炭化水素系油としては、ノルマルパラフィン、イソパラフィン、ポリブテン、ポリイソブチレン、1-デセンオリゴマー、1-デセンとエチレンコオリゴマー等のポリ- $\alpha$ -オレフィン等が挙げられる。

前記芳香族系油としては、モノアルキルナフタレン、ジアルキルナフタレン、ポリアルキルナフタレン等のアルキルナフタレン油等が挙げられる。

前記エステル系油としては、ジブチルセバケート、ジ-2-エチルヘキシルセバケート、ジオクチルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、ジトリデシルタレート、メチル・アセチルシノレート等のジエステル油、トリオクチルトリメリテート、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等の芳香族エステル油、トリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンベラルゴネート、ペンタエリスリトール-2-エチルヘキサノエート、ペンタエリスリトールベラルゴネート等のポリオールエステル油、炭

roller bearing of this invention is not something which especially is restricted in structural, it is possible to illustrate ane ギュラ ball bearing 10 which is shown in for example Figure 1.

ane ギュラ ball bearing 10 which is illustrated is formed, between outer ring 11 and inner ring 12, rotation keeping ball 13 of plural unrestrictedly with retainer 14.

In addition, ball 13 can also make silicon nitride and silicon carbide or other ceramic.

#### 【0010】

Regarding to this invention, specific grease which is shown on description below is enclosed in bearing space which is formed with the outer ring 11, inner ring 12 and ball 13.

#### 【0011】

In enclosure grease, base oil or thickener are not something which especially is restricted.

As base oil, you can list for example mineral oil type and each lubricating oil etc of synthetic oil type.

As mineral oil type lubricating oil, you can use those which as needed combining vacuum distillation, oil deasphalting, solvent extraction, hydrocracking, solvent dewaxing, sulfuric acid washing, kaolin refining and hydrofining, etc, refined mineral oil.

As aforementioned synthetic oil lubricant base oil, you can list hydrocarbon oil, aromatic group oil and the ester type oil, ether oil etc.

As aforementioned hydrocarbon oil, normal paraffin, isoparaffin, polybutene, polyisobutylene, 1-decene oligomer, 1-decene and you can list ethylene cooligomer or other poly; al-olefin etc.

As aforementioned aromatic type oil, you can list monoalkyl naphthalene, dialkyl naphthalene, poly alkyl naphthalene or other alkyl naphthalene oil etc.

As aforementioned ester type oil, you can list dibutyl sebacate, di-2-ethylhexyl sebacate, dioctyl adipate, diisodecyl adipate, ditridecyl adipate, ditridecyl drip- To and methyl \* acetyl シノ rate or other diester oil, trioctyl trimellitate, tridecyl trimellitate, tetraoctyl pyromellitate or other aromatic ester oil, trimethylolpropane caprylate, trimethylolpropane ベラ jp11 ゴネー jp7, pentaerythritol -2-ethyl hexanoate, pentaerythritol ベラ jp11 ゴネー jp7 or other polyol ester oil, carbonate ester oil etc.



酸エステル油等が挙げられる。

前記エーテル系油としては、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリエチレングリコールモノエーテル、ポリプロピレングリコールモノエーテル等のポリグリコール、あるいはモノアルキルトリフェニルエーテル、アルキルジフェニルエーテル、ジアルキルジフェニルエーテル、ペンタフェニルエーテル、テトラフェニルエーテル、モノアルキルテトラフェニルエーテル、ジアルキルテトラフェニルエーテル等のフェニルエーテル油等が挙げられる。

これらの基油は、単独または混合物として用いることができる。

#### [0012]

また、増ちょう剤としては、Li,Na,Ba,Ca,Al 等から選択される複合金属石けん等の金属石けん類、ベントン、シリカゲル、ウレア化合物、ウレア・ウレタン化合物、ウレタン化合物等の非石けん類を適宜選択して使用できるが、グリースの耐熱性を考慮するとウレア化合物、ウレア・ウレタン化合物、ウレタン化合物または、これらの混合物が好ましい。

耐熱性能や音響特性を考慮すると、ジウレア化合物が特に好ましい。

また、高速回転用途としては、バリウム複合石けんが特に望ましく、グリースを形成するのに必要な増ちょう剤の量が他の種類のものに比べ比較的多い(グリース全量の約 30 重量%)ため基油の保持性能が良く、高速回転下においても適度の離油特性を持つ。

そのため、回転中に離油した油で軸受外輪部に付着したグリースを洗い流がしてしまうこともなく、軸受内部に多くのグリースを留めておくことができる。

また、増ちょう剤の量は、上記基油との間でグリースを形成し得る量であれば特に制限はなく、グリース組成物全量の 10~30 重量%が一般的である。

#### [0013]

本発明においては、上記ベースグリースに、ピュアダイヤモンドと、ダイヤモンドライクカーボンと、アモルファスカーボンとを含む微粒子を添加する。

この微粒子は、図2に模式的に示すように、ダイヤモンドライクカーボンで覆われたピュアダイヤモンドが複数個集合し、全体がアモルファスカー

As aforementioned ether oil, polyethylene glycol, polypropylene glycol, polyethylene glycol mono ether, polypropylene glycol mono ether or other polyglycol, or you can list monoalkyl triphenyl ether, alkyl diphenylether, dialkyl diphenylether, pentaphenyl ether, tetra phenyl ether, monoalkyl tetra phenyl ether, dialkyl tetra phenyl ether or other phenyl ether oil etc.

You can use these base oil, as alone or mixture.

#### [0012]

In addition but, selecting composite metal soap or other metal soap and bentonite, silica gel, urea compound, urea \* urethane compound, urethane compound or other non- soap which are selected from Li,Na,Ba, Ca, Al etc as thickener, appropriately, you can use, when heat resistance of grease is considered, urea compound, urea \* urethane compound, urethane compound or, these mixture are desirable.

When heat resistance and audio characteristic are considered, diurea compound especially is undesirable.

In addition, barium compound soap especially is desirable as the high speed rotation application, quantity of thickener which is necessary in order to form grease in comparison with those of other kind because of the relatively many (Approximately 30 weight% of grease total amount ) retention performance of base oil is good, has moderate oil release behavior in under high speed rotation.

Because of that, while turning many grease are stopped in bearing internal washing style doing grease which with oil which these separation oil is done in bearing outer wheel part deposits without, it is possible.

In addition, as for quantity of thickener, if it is a quantity which can form grease between above-mentioned base oil, there is not especially restriction, 10 - 30 weight% of grease composition total amount are general.

#### [0013]

Regarding to this invention, in above-mentioned base grease, it adds the fine particle which includes pure diamond and diamond-like carbon and amorphous carbon .

As for this fine particle, as in Figure 2 shown in schematic, pure diamond which is covered with diamond-like carbon gathers, says plurality entirety being the amorphous carbon

ボンで包囲されて一つの粒子を構成しているものであり、以降の説明では「クラスターダイヤモンド」という。

[0014]

二硫化モリブデンやグラファイト、ポリテトラフルオロエチレン等の固体潤滑剤は、自身が層状にへき開いて潤滑作用を発現するため、柔らかく、相手材との接触により削られやすい。

これに対してクラスターダイヤモンドは硬度が高く、削られ難いことから、金属表面、あるいはセラミック軸受においてはセラミックス表面の微小凹部に入り込んで表面硬度を高め、耐アブレーション性を向上させる。

[0015]

また、クラスターダイヤモンドは、摩擦係数が二硫化モリブデンやグラファイト、ポリテトラフルオロエチレン等の固体潤滑剤と比較して小さいため(約 0.07~0.09)、これらの固体潤滑剤を用いた場合よりもマイクロベアリング機能が高く、摩擦抵抗を低減させる。

そのため、特に金属軸受の場合、金属同士が直接接触して起こる凝着摩耗をより確実に防止することができる。

[0016]

上記のような作用をより効果的に発現させるためには、クラスターダイヤモンドの平均粒径が40nm以下であることが好ましい。

このような超微粒子の形態を採ることにより、金属表面やセラミックス表面の微小凹部や摩擦界面間に入り込み易くなり、表面の高硬度化及び摩擦抵抗の低減をより促進することができる。

また、超微粒子とすることにより、研磨研削作用がほとんど無くなり、軸受の転走面を傷つけることもなくなる。

[0017]

これに対し、クラスターダイヤモンドの粒径が大きくなるほど、金属やセラミックス表面の微小凹部や摩擦界面間に侵入し難くなり、クラスターダイヤモンドが有する上記効果が発揮され難くなる。

また、クラスターダイヤモンドの粒径が大きくなると、摩擦面間でのクラスターダイヤモンドの剪断発熱が顕著になり、摩擦低減効果が発揮され難くなることとの相乗効果から、耐久性に悪影響を及ぼすおそれがある。

and being encircled, being something which forms particle of one, in explanation of later "cluster diamond" with.

[0014]

molybdenum disulfide and graphite, polytetrafluoroethylene or other solid lubricant, itself cleaving doing in layer, in order to reveal lubricating action, are soft, are easy to be shaved by the contact with counterpart member.

Entering into tiny recess of ceramic surface from fact that cluster diamond the hardness is high vis-a-vis this, is difficult to be shaved, regarding the metal surface, or ceramic bearing it raises surface hardness, resistance ablation characteristic improves.

[0015]

In addition, as for cluster diamond, coefficient of friction because it is small by comparison with molybdenum disulfide and graphite, polytetrafluoroethylene or other solid lubricant (Approximately 0.07 - 0.09), micro bearing function is high in comparison with when these solid lubricant are used, decreases drag.

Because of that, in case of especially metal bearing, metal doing, the direct contact adhesion wear which happens can be prevented more more securely.

[0016]

In order as description above to reveal from action in effective, the average particle diameter of cluster diamond is 40 nm or less, it is desirable.

It is likely to enter to tiny recess of metal surface and ceramic surface and between rubbing surface by taking morphological form of this kind of ultrafine particle, can promote from high curing of surface and decrease of drag.

In addition, grinding grinding action is gone for most part by making ultrafine particle, becomes without either damaging revolution running aspect of bearing.

[0017]

Vis-a-vis this, it becomes difficult to invade tiny recess of extent, metal and ceramics surface where particle diameter of cluster diamond becomes large and between rubbing surface, above-mentioned effect which cluster diamond has becomes difficult to be shown.

In addition, when particle diameter of cluster diamond becomes large, shear heat emission of cluster diamond between rubbing surface becomes remarkable, friction-reducing effect to be shown from multiplier effect of thing which becomes difficult, is a possibility of causing adverse effect to durability.

【0018】

尚、クラスターダイヤモンドの粒径の下限は、特に制限されるものではないが、余り微小すぎるとグリース中への分散性が困難になるため、均一分散が維持できる範囲で適宜選択する。

【0019】

また、クラスターダイヤモンドの含有量は、グリース全量の 2~7 質量%が好ましく、より好ましくは 3~5 質量%、最も好ましくは 3~4 質量%である。

含有量が 2 質量%未満では、上記した表面の高硬化化や摩擦低減効果が十分に発揮されず、高速回転領域における耐久性が十分でなくなる。

【0020】

一方、含有量が 7 質量%を超える場合は、増分に見合う効果の向上が見られず、また相対的に他の成分の含有量が少なくなり、潤滑性能等に支障をきたす可能性がある。

また、クラスターダイヤモンドが 2 次凝集を起こすようになり、グリース中での分散性が悪くなり、回転性能に悪影響を及ぼす。

更には、摩擦面間におけるクラスターダイヤモンドの剪断発熱が大きくなり、潤滑剤の耐荷重性能が低下して高速回転に耐えることができなくなる。

【0021】

上記グリースには、必要に応じて酸化防止剤、防錆剤、油性剤、極圧剤等を添加してもよい。

これらは何れも公知のもので構わない。

これらの添加剤の含有量は、個別にはグリース全量の 0.05 質量%以上、合計量でグリース全量の 0.15~10 質量%の範囲となることが好ましい。

特に、合計量で 10 質量%を超える場合は、含有量の増加に見合う効果が期待できないばかりか、相対的に他の成分の含有量が少なくなり、またグリース中でこれら添加剤が凝集し、トルク上昇等の好ましくない現象を招くこともある。

【0022】

【実施例】

【0018】

Furthermore lower limit of particle diameter of cluster diamond is not something which is specially restricted. When it is remainder too minute, because dispersibility to in grease becomes difficult, it selects appropriately in range which can maintain uniform dispersion.

【0019】

In addition, as for content of cluster diamond, 2 - 7 mass% of grease total amount are desirable, it is a more preferably 3~5 mass%, most preferably 3~4 mass%.

content under 2 mass%, high curing and friction-reducing effect of surface which was inscribed is not shown in fully, durability in high speed rotation domain becomes not to be a fully.

【0020】

On one hand, when content exceeds 7 mass%, you cannot see the improvement of effect which it corresponds to increment, in addition there is a possibility where content of other component decreases relatively, causes hindrance to lubrication performance etc.

In addition, it reaches point where cluster diamond causes secondary cohesion, dispersibility in grease becomes bad, causes adverse effect to the rotational performance.

Furthermore, shear heat emission of cluster diamond in between rubbing surface becomes large, load resistance of lubricant decreases and withstands high speed rotation it becomes impossible.

【0021】

It is possible to add according to need antioxidant, rust inhibitor, oily additive, extreme-pressure additive etc to above-mentioned grease.

These none care with those of public knowledge.

content of these additive becomes range of 0.15 - 10 mass% of grease total amount individually with 0.05 mass % or more, total amount of grease total amount, it is desirable.

Especially, when it exceeds 10 mass% with total amount, you cannot expect effect which it corresponds to increase of content not only, content of other component decreases relatively, in addition these additive cohere in grease, are also times when torque rise or other desirable phenomena is caused.

【0022】

[Working Example(s)]

以下、試験例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明はこれにより何ら制限されるものではない。

【0023】

(試験-1:軸受耐久寿命試験)工作機械用アンギュラ玉軸受(内径 65mm、外径 100mm、幅 18mm、窒化珪素球)に、グリースを 2.3g(軸受空間容積の 15%占有)封入して試験軸受を作製した。

尚、グリースは、40 deg C における動粘度が  $20\text{mm}^2/\text{s}$  のエステル油に、バリウム複合石けんを 30 重量%の割合で配合したベースグリース、並びにこのベースグリースに添加量を変えてクラスターダイヤモンド(東洋ドライループ(株)製「LUBDIA」;平均粒径 15nm)を配合して調製したものを使用した。

また、何れのグリースも、混和ちょう度が 280 となるように増ちょう剤量を調整した。

【0024】

そして、各試験軸受について、図 3 に示す試験装置を用い、軸受耐久試験を行った。

図示される試験装置は、背面組み合わせに配設した 2 つの試験軸受 20 で主軸 6 を支承し、主軸 6 が図示しないモータ及び変速機を介して回転駆動されるスピンドル構造となっている。

また、試験装置本体 24 の軸方向の略中央部であって両試験軸受 20 の中間位置には、半径方向の潤滑剤供給のための貫通孔が設けられており、これにオイルエアノズル 21 が挿入されている、このオイルエアノズル 21 は、グリースニップルと置き換え可能な構造となっている。

また、試験装置本体 24 には、軸受 20 の設定空間内の空気を排気するための排気路 23 が設けられている。

更に、試験装置本体 24 には、熱電対 25 が、その検知部を試験軸受 20 の外輪 20a と当接させて設置されている。

【0025】

試験は、雰囲気温度 20 deg C、予圧 98N、 $\text{dmn}140$  万の条件にて、軸受が焼き付きに至るまでの時間を測定し、軸受耐久寿命を評価した。

結果を図 4 に、クラスターダイヤモンド無添加のベースグリースを封入した試験軸受の寿命に対

Below, listing Test Example, furthermore you explain this invention, but the this invention is not something which is restricted because of this.

【0023】

In ane ギユラ ball bearing (internal diameter 65 mm、 outer diameter 100 mm、 width 18 mm、 silicon nitride sphere ) for (Test - 1: bearing durability lifetime test ) machinery, 2.3 g (15% possession of bearing space volume )enclosing grease, it produced test bearing.

Furthermore as for grease, kinematic viscosity in 40 deg C in ester oil of  $20\text{mm}^2/\text{s}$ , changing addition quantity into base grease、 and this base grease which combine barium compound soap at ratio of 30 weight%, combining cluster diamond (Toyo dry lube Ltd. make "LUBDIA "; average particle diameter 15 nm ),you used those which it manufactures.

In addition, each grease, in order for mixture consistency to become with 280, amount of thickener was adjusted.

【0024】

bearing durability test was done and, concerning each test bearing, making use of the test equipment which is shown in Figure 3.

test equipment which is illustrated supports primary axis 6 with 2 test bearing 20 which are arranged in back surface combination, primary axis 6 through unshown motor and transmission, has become spindle structure which rotary driving is done.

In addition, with approximate center of shaft direction of test equipment main body 24, through hole for lubricant supply of radial direction is provided in intermediate position of both test bearing 20, oil air nozzle 21 is inserted in this, it replaces this oil air nozzle 21, with grease nipple and has become possible structure.

In addition, gas outlet line 23 in order exhaust to do air inside the setting space of bearing 20, to test equipment main body 24 is provided.

Furthermore, thermocouple 25, contacting with outer ring 20a of test bearing 20, has been installed detecting part in test equipment main body 24 .

【0025】

Test, with condition of atmospheric temperature 20 deg C、 bias pressure 98N、  $\text{dmn}140$  0,000, bearing until seizure measured time, evaluation did bearing durability lifetime.

Result is shown with relative value for lifetime of test bearing which encloses base grease of cluster diamond no addition into

する相対値で示すが、クラスターダイヤモンドを 2 質量%以上含有させることにより、耐久寿命の改善に効果が現れることがわかる。

特に、3~5 質量%の範囲が最も効果的である。

また、含有量が 5 質量%を超えると、耐久寿命の改善効果が徐々に弱まる傾向にあり、7 質量%を超えると耐久寿命の改善効果が極く僅かになる。

これは、含有量が増加するのに伴ってクラスターダイヤモンドが 2 次凝集を起こすようになり、グリース中での分散性が低下するためであると考えられる。

[0026]

(試験-2:軸受最高回転速度測定)上記試験-1 と同様にして、クラスターダイヤモンドの含有量の異なるグリースを封入して試験軸受を作製し、クラスターダイヤモンドの含有量と軸受最高回転速度との関係を調べた。

試験は図 3 に示す試験装置を用いて行い、雰囲気温度 20 deg C、予圧 98N の条件でスピンドルの回転速度を 500rpm ずつ段階的に上昇させ、各回転速度で 50 時間放置し、50 時間耐久し得なくなったときの回転速度を最高回転速度として求めた。

結果を図 5 に、クラスターダイヤモンド無添加のベースグリースを封入した試験軸受の最高回転速度に対する相対値で示すが、クラスターダイヤモンドを 2 質量%以上含有させた場合に回転速度を高める効果が現れている。

特に、3~4 質量%の範囲が最も効果的である。

また、含有量が 4 質量%を超えると、最高回転速度が徐々に低下する傾向にあるが、これは、含有量が増加するのに伴って摩擦面間でのクラスターダイヤモンドの剪断による発熱が大きくなり、潤滑剤の耐荷重性能が低下するためであると考えられる。

[0027]

(試験-3:クラスターダイヤモンド粒径の検証)工作機械用アンギュラ玉軸受(内径 65mm、外径 100mm、幅 18mm、窒化珪素球)に、グリースを 2.3g(軸受空間容積の 15%占有)封入して試験軸受を作製した。

尚、グリースは、40 deg C における動粘度が 20mm<sup>2</sup>/s のエステル油に、バリウム複合石けんを 30 重量%の割合で配合したベースグリース、並びにこのベースグリースに平均粒径の異なるクラスターダイヤモンドを 3 質量%の割合で配合

Figure 4,, but effect appears in improvement of durability lifetime by 2 mass % or more containing cluster diamond, understands.

Especially, range of 3 - 5 mass% most is effective.

In addition, when content exceeds 5 mass%, when there is a tendency where improvement effect of durability lifetime becomes weak gradually, exceeds 7 mass% improvement effect of durability lifetime extremely becomes little.

This reaches point where cluster diamond causes secondary cohesion, attendant upon because content increases is thought that is, because dispersibility in grease decreases.

[0026]

(Test - 2: bearing maximum rotary rate measurement ) above-mentioned test - to similar to 1, enclosing grease where content of cluster diamond differs, it produced test bearing, inspected relationship between content and bearing maximum rotational speed of cluster diamond.

It tested, with condition of atmospheric temperature 20 deg C, bias pressure 98N rising in stepwise 500 rpm each, 50 hours it left rotational speed of spindle with each rotational speed making use of test equipment which is shown in Figure 3, when 50 hours durability stopping being possible to do, it sought rotational speed as maximum rotational speed.

Result is shown with relative value for maximum rotational speed of test bearing which encloses base grease of cluster diamond no addition into Figure 5,, but when 2 mass % or more it contains cluster diamond, effect which raises rotational speed has appeared.

Especially, range of 3 - 4 mass% most is effective.

In addition, when content exceeds 4 mass%, there is a tendency where maximum rotational speed decreases gradually, but as for this, heat emission becomes large with shear of cluster diamond between rubbing surface attendant upon because content increases, it is thought that is, because load resistance of lubricant decreases.

[0027]

In an 65mm ball bearing (internal diameter 65 mm, outer diameter 100 mm, width 18 mm, silicon nitride sphere ) for (verification of test - 3: cluster diamond grain size ) machinery, 2.3 g (15% possession of bearing space volume ) enclosing grease, it produced test bearing.

Furthermore as for grease, kinematic viscosity in 40 deg C in ester oil of 20 mm<sup>2</sup>/s, combining cluster diamond where average particle diameter differs to base grease, and this base grease which combine barium compound soap at ratio of 30 weight% at ratio of 3 mass%, those which are manufactured

して調製したものを使用した。

また、何れのグリースも、混和ちよう度が 280 となるように増ちよう剤量を調整した。

【0028】

そして、図 3 に示す試験装置を用いて、雰囲気温度 20 deg C、予圧 98N、dmn140 万の条件にて試験軸受を回転させて軸受外輪温度を測定した。

尚、軸受外輪温度は、所定回転速度に達した後、十分な時間(約 2 時間)放置して外輪温度が変化しなくなった時点で測定した。

結果を図 6 に、クラスターダイヤモンド無添加のベースグリースを封入した試験軸受の寿命に対する相対値で示すが、クラスターダイヤモンドの平均粒径が 40nm 以下であれば、回転に伴う発熱が少なく、良好な回転を実現できることがわかる。

粒径が 40nm を超えるクラスターダイヤモンドを使用した場合、摩擦面において研磨剤としての機能が発現し、それに随伴して発熱が生じる。

また、摩擦面間におけるクラスターダイヤモンド自身の剪断による発熱も著しくなる。

以上 2 つの現象の相乗効果により軸受の発熱低減効果は失われる。

【0029】

以上の各試験結果から、本発明に使用されるグリースにおける、クラスターダイヤモンドの含有量及び平均粒径の好ましい範囲を示すと、図 7 のようになる。

即ち、クラスターダイヤモンドの平均粒径は 40nm 以下であり、含有量は 2~7 質量%、好ましくは 3~5 質量%、最も好ましくは 3~4 質量%であり、この範囲を満足するようにクラスターダイヤモンドをグリースに添加することにより、特に高速回転で使用されるような転がり軸受の耐久寿命を改善することが可能になる。

【0030】

【発明の効果】

以上説明したように、クラスターダイヤモンドを含有するグリースを封入した転がり軸受は、高速回転下での軸受寿命の向上と発熱の抑制とが可能になり、旋盤、ボール盤、中ぐり盤、フライス盤、研削盤、ホーニング盤、超仕上盤、ラップ盤等の高速で摺動、回転する工作機械の主軸支持部に組み込まれる転がり軸受として好適

were used.

In addition, each grease, in order for mixture consistency to become with 280, amount of thickener was adjusted.

【0028】

Test bearing turning with condition of atmospheric temperature 20 deg C、bias pressure 98N、dm n140 0,000 and, making use of test equipment which is shown in Figure 3, it measured bearing outer ring temperature.

Furthermore bearing outer ring temperature after reaching to specified rotational speed, sufficient time (Approximately 2 hours) leaving, measured with time point where outer ring temperature stops changing.

Result is shown with relative value for lifetime of test bearing which encloses base grease of cluster diamond no addition into Figure 6,, but if average particle diameter of cluster diamond is 40 nm or less, heat emission which accompanies revolution is little, can actualize satisfactory revolution understands .

When cluster diamond where particle diameter exceeds 40 nm is used, function as abrasive in rubbing surface reveals, attends to that and heat emission occurs.

In addition, also heat emission becomes considerable with shear of the cluster diamond itself in between rubbing surface.

heat emission reducing effect of bearing is lost by multiplier effect of or more 2 phenomena.

【0029】

From each test result above, in grease which is used for this invention, when content of cluster diamond and range where average particle diameter is desirable are shown, it becomes like Figure 7.

Namely, as for average particle diameter of cluster diamond with 40 nm or less , as for content in order with 2 - 7 mass%, preferably 3~5 mass%, most preferably 3~4 mass% , to satisfy this range, durability lifetime of the kind of roller bearing which is used with especially high speed rotation by adding the cluster diamond to grease, is improved becomes possible.

【0030】

[Effects of the Invention]

As above explained, as for roller bearing which encloses grease which contains cluster diamond, improvement of bearing lifetime under high speed rotation and control of heat emission become possible, it is ideal lathe、drill press、boring board and milling machine、grinder、honing board、rubbing、as roller bearing which is installed in primary axis support section of machinery which turns with super SI top

である。

しかも、オイルエア潤滑法等のように潤滑油を連続して供給する方式と異なり、グリースを封入して使用できるため、運転コストの削減、省スペース化も可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係る転がり軸受の一実施形態であるアンギュラ玉軸受を示す断面図である。

##### 【図2】

クラスターダイヤモンドを示す模式図である。

##### 【図3】

試験に用いた装置の構成を示す断面図である。

##### 【図4】

試験-1 で得られた、グリース中のクラスターダイヤモンドの含有量と軸受耐久寿命との関係を示すグラフである。

##### 【図5】

試験-2 で得られた、グリース中のクラスターダイヤモンドの含有量と軸受最高回転速度との関係を示すグラフである。

##### 【図6】

試験-3 で得られた、クラスターダイヤモンドの平均粒径と軸受外輪温度との関係を示すグラフである。

##### 【図7】

本発明で使用するグリースのクラスターダイヤモンドの含有量及び平均粒径の好ましい範囲を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

10

アンギュラ玉軸受

11

外輪

12

内輪

13

玉

plate, lapper or other high speed.

Furthermore, oil air lubrication method or other way continuing lubricating oil, enclosing grease unlike system which it supplies, because you can use, also reduction and space-saving of operating cost become possible.

#### [Brief Explanation of the Drawing(s)]

##### [Figure 1]

It is a sectional view which shows an アンギュラ ball bearing which is a one embodiment of roller bearing which relates to this invention.

##### [Figure 2]

It is a schematic diagram which shows cluster diamond.

##### [Figure 3]

It is a sectional view which shows constitution of equipment which is used for test.

##### [Figure 4]

It is a graph which test - it acquired at 1, shows relationship between content and bearing durability lifetime of cluster diamond in grease.

##### [Figure 5]

It is a graph which test - it acquired with 2, shows relationship between content and bearing maximum rotational speed of cluster diamond in grease.

##### [Figure 6]

It is a graph which test - it acquired with 3, shows relationship between average particle diameter and bearing outer ring temperature of cluster diamond.

##### [Figure 7]

It is a graph which shows content of cluster diamond of grease which is used with this invention and range where average particle diameter is desirable.

#### [Explanation of Symbols in Drawings]

10

an アンギュラ ball bearing

11

outer ring

12

inner ring

13

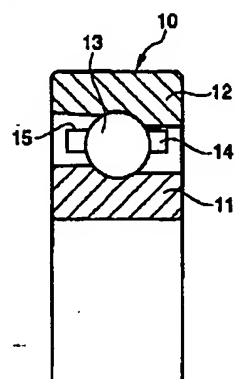
Ball

14

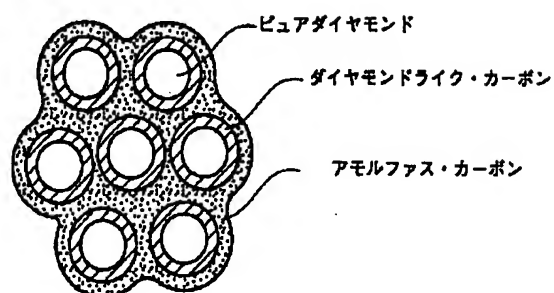
保持器

Drawings

【図1】



【図2】

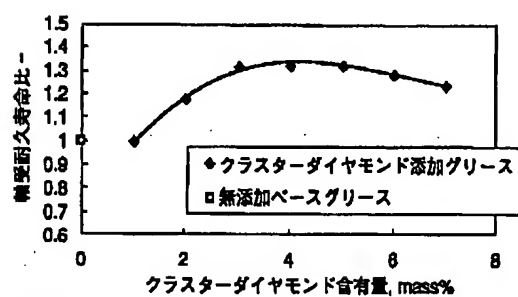


14

retainer

[Figure 1]

[Figure 2]



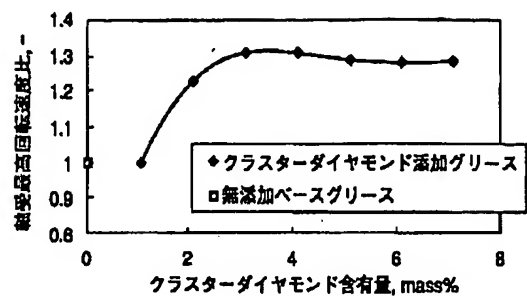
【図4】

[Figure 4]

【図5】

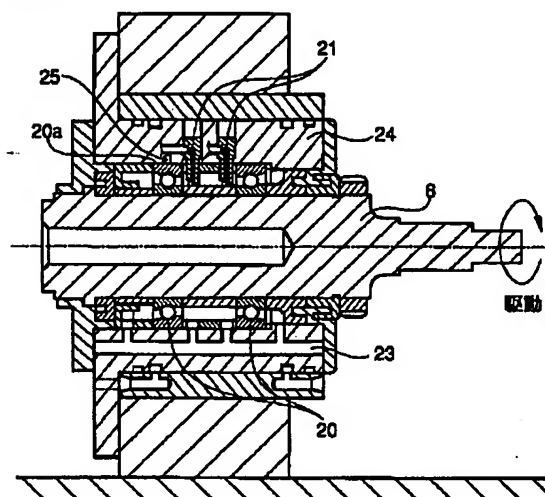
[Figure 5]





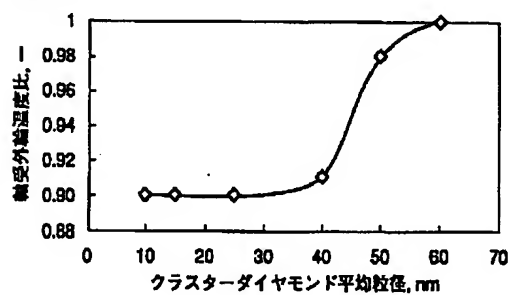
【図3】

[Figure 3]



【図6】

[Figure 6]



【図7】

[Figure 7]

